



RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

die Wasserstoffversorgung und Querkanäle (8) für die Sauerstoffversorgung und zur Kühlung aufweisen. Über Sammelkanäle (11) die für jeden zweiten Kühlkanal abströmseitig vorgesehen sind, kann bei beidseitiger Anströmung des Stapels innerhalb der Luftkanäle (8) eine Strömung erzeugt werden, bei der benachbarte Kanäle derselben Brennstoffzelle (2) entgegengerichtet durchströmt werden. Hierdurch erfolgt eine sehr homogene Temperaturverteilung innerhalb der Zelle (2) bzw. des Stapel (1).

BRENNSTOFFZELLENSTAPEL MIT GEGENSTROMKÜHLUNG UND EINER VIELZAHL VON
KÜHLMITTELSAMMELKANÄLEN PARALLEL ZUR STAPELACHSE

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Brennstoffzellenstapel gemäß den im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

- 5 Derartige Brennstoffzellenstapel sind aus Brennstoffzellen der Polymer-Elektrolyt-Membran-Bauart aufgebaut und bestehen aus mehreren zu einem Stapel (Stack) angeordneten Zellen. Der grundsätzliche Aufbau solcher Zellen ist an sich bekannt, es wird in diesem Zusammenhang auf DE 195 44 323 A1 und DE 199 38 589 A1 verwiesen.

10

- Aus derartigen Brennstoffzellen aufgebaute Brennstoffzellenstapel bzw. Stacks zählen ebenfalls zum Stand der Technik. Seitens der Proton Motor GmbH wird unter der Typenbezeichnung HZ40 ein flüssigkeitsgekühltes Brennstoffzellenstack mit 5,5 kW Leistung angeboten. Bei diesem Stack erfolgt die Brennstoffzufuhr einerseits und die Sauerstoffzufuhr in Form von Luftzufuhr andererseits über zentrale Anschlüsse, die Verteilung innerhalb des Stacks über Kanalsysteme. Um die während des Betriebs entstehende Wärme abzuführen, ist eine Flüssigkeitskühlung vorgesehen, welche ebenfalls über zentrale Anschlüsse und eine innerhalb der
- 15
- 20 Bipolarplatten geführtes Kanalsystem arbeitet.

- Ein Problem bei solchen Brennstoffzellenstapeln ist häufig die Abfuhr der aufgrund des katalytischen Prozesses entstehenden Reaktionswärme, die entweder über den zugeführten Luftsauerstoff oder aber über ein
- 25
- gesondertes beispielsweise auch flüssigkeitsführendes Kühlsystem abzuführen ist. Einerseits sollte eine Brennstoffzelle beim Betrieb eine möglichst hohe Temperatur aufweisen, um mit gutem Wirkungsgrad zu ar-

beiten, andererseits darf die Temperatur nicht so hoch sein, dass das in der Polymer-Elektrolyt-Membran gespeicherte Wasser verdunstet, da die Protonenleitfähigkeit der Membran mit fallendem Wassergehalt abnimmt. Je nach verwendeter Membran ist daher eine Betriebstemperatur von beispielsweise 60°C bis 90°C erstrebenswert. Diese Temperatur sollte sowohl über die Fläche einer Brennstoffzelle möglichst konstant als auch innerhalb des Stapels konstant sein, damit möglichst alle Brennstoffzellen über ihre gesamte Fläche mit hohem Wirkungsgrad arbeiten.

- 10 Ein weiteres Problem insbesondere bei Brennstoffzellenstapel kleiner und mittlerer Leistung kann dann auftreten, wenn aufgrund ungünstiger Kanalquerschnitte und Kanallängen ein relativ hoher Druck aufzubringen ist, um das Kühlmedium durch das Kanalsystem zu leiten. Die hierfür erforderliche Leistung von Nebenaggregaten verschlechtert den Wirkungsgrad regelmäßig.

Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Brennstoffzellenstapel der eingangs genannten Art so auszubilden, dass eine möglichst gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb der einzelnen Brennstoffzellen und innerhalb des Brennstoffzellenstapels bei möglichst geringem Durchströmungswiderstand gegeben ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die in Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung angegeben.

Grundgedanke der vorliegenden Erfindung ist es, das Kühlfluid innerhalb jeder Brennstoffzelle des Brennstoffzellenstapels so zu führen, dass die Durchströmungsrichtung benachbarter Kanäle derselben Brennstoffzelle entgegengerichtet ist. Da die Kanäle beidseitig offen sind er-

folgt die Anströmung stets parallel, das heißt, dass Kanäle nicht in Reihe also nacheinander geschaltet durchströmt werden. Hierdurch kann eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb der Brennstoffzelle und damit auch innerhalb des Brennstoffzellenstapels erreicht werden, wobei der Strömungswiderstand insbesondere bei geeigneter Verbindung der Kanäle wie sie im folgenden noch im Einzelnen beschrieben sein wird, vergleichsweise gering ist.

Es zählt zwar zum Stand der Technik, die Kanalführung innerhalb einer Brennstoffzelle für den Luftsauerstoff schlangenlinien- bzw. mäanderförmig auszugestalten. Bei einer solchen Ausbildung ist die Durchströmungsrichtung benachbarter Kanäle zwar ebenfalls entgegengerichtet, doch liegen hierbei die Kanäle nicht parallel in Anströmrichtung, sondern hintereinander geschaltet, was sowohl thermisch als auch strömungstechnisch eher ungünstig ist, da zum einen die Wärmeabfuhr nahe dem ausströmseitigen Ende in der Regel ungenügend ist und zum anderen ein erheblicher Druck für die Durchströmung aufzubringen ist, was ebenfalls den Wirkungsgrad verschlechtert.

Die parallele Anströmung (Durchströmung) der parallel zueinander angeordneten und zu beiden Seiten offenen Kanäle derart, dass die Durchströmungsrichtung benachbarter Kanäle derselben Brennstoffzelle entgegengerichtet ist, ermöglicht hingegen bei geringem Durchströmungswiderstand eine gute Kühlung, die zu einer gleichmäßigen Wärmeverteilung innerhalb der Brennstoffzelle und damit auch des Brennstoffzellenstapels führt.

Um die Kanäle der einzelnen Brennstoffzellen nicht einzeln verrohren zu müssen, sondern mit fertigungstechnisch geringem Aufwand anschließend zu können, ist es zweckmäßig, die An- oder Abströmseiten übereinander liegender Kanäle der zu einem Stapel angeordneten Brennstoffzellen in einem gemeinsamen Sammelkanal zu verbinden, der vor-

zugsweise parallel zur Stapelachse verläuft, um so eine kurze und somit widerstandsarme Leitungsverbindung herzustellen.

5 Besonders günstig ist es, wenn mehrere Sammelkanäle parallel zueinander und zu beiden Seiten des Stapels angeordnet sind, so dass vorzugsweise alle Kanäle anströmseitig oder abströmseitig in einen Sammelkanal münden. Durch solche stirnseitig am Ende der Brennstoffzellen bzw. des Brennstoffzellenstapels angeordnete Sammelkanäle kann auf konstruktiv einfache und strömungstechnisch günstige Weise die erfindungsgemäße Strömungsanordnung realisiert werden.

10 Je nach Energiedichte im Brennstoffzellenstapel können die Kanäle ausschließlich oder nicht ausschließlich der Kühlung dienen. Wenn die Kanäle ausschließlich als Kühlkanäle dienen, kann ein von der übrigen Funktion unabhängiges Fluid, also ein Gas oder eine Flüssigkeit durch die Kanäle geführt werden. Insbesondere bei Verwendung einer Flüssigkeit ist die abführbare Wärmemenge vergleichsweise hoch.

20 Besonders günstig ist eine Ausführung, bei der die Kühlkanäle gleichzeitig zur Sauerstoffversorgung der Brennstoffzellen dienen und als zur Kathode der jeweiligen Membran-Elektroden-Einheit hin offene Kanäle ausgebildet sind. Eine solche Anordnung ist deshalb besonders günstig, weil dann eine wenig aufwändige Sauerstoffversorgung durch Zufuhr von gegebenenfalls gereinigter Umgebungsluft erfolgen kann. Bei einer solchen Anordnung wird mit zunehmender Wärmeabfuhr auch gleichzeitig eine verbesserte Sauerstoffversorgung des Brennstoffzellenstapels erreicht, was vorteilhaft ist. Im Übrigen ist dann der erforderliche Energieaufwand für die zur Durchströmung für Kühlzwecke aufzuwendende Energie regelmäßig geringer als bei einem gesonderten Netz von Kühlkanälen.

- In gleicher Weise kann auch die anodenseitige Kanalführung für die Brennstoffzufuhr ausgebildet sein, d. h. es kann dann auch auf der Anodenseite durch den Brennstoff eine zusätzliche Kühlung der jeweiligen Zelle erzielt werden. Gegebenenfalls kann auch zusätzlich zu einer anodenseitigen und/oder kathodenseitigen Kühlung ein gesondertes Kühlkanalsystem wie vorbeschrieben vorgesehen sein. Die erfindungsgemäß Kanalführung für die brennstoffführenden bzw. sauerstoffführenden Kanäle hat neben einer gleichmäßigen Temperaturverteilung innerhalb der Brennstoffzelle bzw. des Zellenstapels darüber hinaus noch den wesentlichen Vorteil, dass die Reaktanden besonders gleichmäßig über die Fläche der Zelle verteilt eingebracht werden, was zu einer sehr gleichmäßigen Belastung und somit auch Auslastung der Zelle führt.
- Bevorzugt weisen die Kühlkanäle eine lichte Weite von weniger als 3 mm, vorzugsweise von etwa 2 mm auf. Eine solche Anordnung ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die Kühlkanäle auch zur Versorgung des Stapels mit Luftsauerstoff dienen, da dann die Anlageflächen der Kohleschicht, in der üblicherweise diese zur Kathode hin offenen Kanäle vorgesehen sind, so gestaltet ist, dass ein ausreichender Anpressdruck an der Protonenaustauschmembran gegeben ist, so dass die Membran über möglichst ihre gesamte Fläche wirksam ist. Andererseits gewährleistet die vorgenannte Dimensionierung, dass eine Durchströmung der Kanäle mit vergleichsweise geringen Strömungsverlusten, d.h. unter Aufbringung nur geringen Überdrucks gewährleistet ist. Dabei sollten die Kühlkanäle zweckmäßigerweise eine Länge zwischen 20 mm und 200 mm aufweisen. Es versteht sich, dass die lichte Weite der Kanäle umso kleiner sein kann, je kürzer die Kanäle sind und umgekehrt.
- Die Sammelkanäle, durch welche die Kühlkanäle anström- oder abströmseitig versorgt werden, können in einfacher Weise dadurch ausgebildet werden, dass im Brennstoffzellenstapel randseitig entspre-

chende Ausnehmungen vorgesehen sind. Diese Ausnehmungen werden also in allen diesen Randbereich abdeckenden Schichten der Brennstoffzellen und somit des Brennstoffzellenstapels vorgesehen, vorzugsweise im inaktiven Randbereich, so dass sich nach Montage des
5 Stapels parallel zur Stapelachse angeordnete Sammelkanäle bilden.

Wenn, was zum Stand der Technik zählt, die Bipolarplatten der Brennstoffzellen in einem elastischen Rand eingegliedert sind, der zugleich die seitliche Abdichtung der jeweiligen Brennstoffzelle nach außen hin
10 bildet, dann können die Sammelkanäle durch Ausnehmungen in den übereinander liegenden Dichträndern gebildet sein. Es sind somit konstruktiv mit Ausnahme der Ausnehmungen keine besonderen Vorkehrungen zur Schaffung dieser Sammelkanäle zu treffen.

15 Vorzugsweise wird das Kühlmedium mit einem Überdruck von 0,1 bis 10 mbar zugeführt bzw. mit einem entsprechenden Unterdruck abgeführt. Ein solcher Druck kann mit Lüftern erzeugt werden, wie sie beispielsweise in der Halbleiterelektronik verwendet werden, z. B. CPU-Lüfter, die wenig Versorgungsenergie benötigen. Selbst der vorgenannte obere
20 Druckbereich kann durch Radiallüfter erzeugt werden, die vergleichsweise energieeffizient arbeiten.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen
25

Fig.1 in stark vereinfachter schematischer Darstellung einen Brennstoffzellenstapel gemäß der Erfindung mit abströmseitigen Sammelkanälen und

30 Fig. 2 in stark vereinfachter Darstellung einen Schnitt durch das Kühlsystem einer Brennstoffzelle quer zur Achse des Brennstoffzellenstapels gemäß Fig. 1 längs der Schnittlinie II – II in Fig. 1.

Der in Figur 1 schematisch dargestellte Brennstoffzellenstapel 1 ist in an sich bekannter Weise aus einer Vielzahl, hier sechs Brennstoffzellen 2 aufgebaut, die übereinander angeordnet und zwischen Endplatten 3 eingespannt sind. Jede Brennstoffzelle 2 besteht aus einer Membran-Elektroden-Einheit, die durch eine Folie 4 in Form einer Polymer-Elektrolyt-Membran, eine daran anliegende Anode 5 sowie eine auf der anderen Seite anliegende Kathode 6 gebildet ist. Zwischen benachbarten Membran-Elektroden-Einheiten 4, 5, 6 ist eine Bipolarplatte 7 angeordnet, die elektrisch leitend und im Wesentlichen aus Kohlenstoff gebildet ist.

Jede Bipolarplatte 7 weist an ihrer zur Kathode 6 weisenden Seite zu beiden Enden hin offene Querkanäle 8 auf, die parallel zueinander angeordnet sind und sich quer zur Stapelachse 9 sowie den ebenfalls innerhalb der Bipolarplatte 7 vorgesehenen Längskanälen 10 erstrecken, die zur Anode 5 hin offen sind. Die Längskanäle 10 dienen zur Brennstoff-, insbesondere Wasserstoffzufuhr der Zellen, sie sind durch zur Anode 5 hin offene und im Querschnitt rechteckige Nuten an der Oberseite jeder Bipolarplatte 7 gebildet. Die Querkanäle 8 hingegen dienen zur Sauerstoffzufuhr der Brennstoffzellen 2 sowie Wärmeabfuhr, also zur Kühlung. Sowohl die Sauerstoffzufuhr als auch die Kühlung erfolgen mittels eines Luftstromes, der mittels eines Lüfters erzeugt wird und der bei dem in Figur 1 dargestellten Brennstoffzellenstapel 1 sowohl linksseitig als auch rechtsseitig des Stapels durch eine entsprechende (nicht dargestellte) Kanalführung ansteht.

Da die Luftführung (Pfeile) wie eingangs im Einzelnen beschrieben, innerhalb einer Brennstoffzelle 2 so gestaltet ist, dass in benachbarten Querkanälen 8 jeder Brennstoffzelle 2 die Strömung entgegengesetzt verläuft, sind die Auslässe der Querkanäle 8 der übereinander angeordneten Brennstoffzellen 2 durch parallel zur Stapelachse 9 angeord-

nete Sammelkanäle 11 miteinander leitungsverbunden, so wie dies aus Figur 1 ersichtlich ist. Die Sammelkanäle 11, die in Figur 1 durch im Querschnitt U-förmige Bauteile dargestellt sind, können, wie eingangs erläutert, auf unterschiedliche Weise gebildet sein. Sie sind so gestaltet und angeordnet, dass sie die Abströmseiten der in Achsrichtung 9 jeweils übereinander liegenden Enden der Querkanäle 8 sämtlicher Brennstoffzellen 2 leitungsverbunden, jedoch die Einströmseiten jeweils rechts und links benachbart liegender Kanäle 8 nicht tangieren. Die Bauteile sind also so ausgestaltet und angeordnet, dass bei Luftanströmung des Brennstoffzellenstapels von der in Fig. 1 gesehenen linken und rechten Seite sich in jeder Brennstoffzelle 2 in den Querkanälen 8 eine Strömung einstellt, wie sie in Fig. 2 anhand des Querschnitts durch die Luftkanäle 8 einer Brennstoffzelle 2 (mittels Pfeildarstellung) beispielhaft dargestellt ist.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Kanalverbindung mittels der Sammelkanäle 11 jeweils abströmseitig, sie kann jedoch alternativ auch anströmseitig erfolgen, was also eine Umkehr sämtlicher Strömungsrichtungen in den Figuren bedeuten würde.

Die in Figur 1 und 2 schematisch dargestellten Sammelkanäle werden in der Regel beim Aufbau des Brennstoffzellenstapels 1 gebildet, in dem entsprechende Ausnehmungen im Randbereich der Bauteile beispielsweise 4, 5, 6, 7 oder deren randseitiger Einfassung gebildet werden. Die Sammelkanäle 11 sind dabei so zu gestalten, dass sich ein möglichst geringer Strömungswiderstand ergibt.

Um auch den Strömungswiderstand innerhalb der Brennstoffzellen, insbesondere für die Luftzufuhr, gering zu halten, sind die Querkanäle 8 querschnitts- und längenmäßig entsprechend dimensioniert. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weisen die Querkanäle 8 eine lichte Weite von 2 mm auf bei einer Länge von 100 mm. Auf diese Weise kann bei

nur geringem Überdruck eine gute Durchströmung des Brennstoffzellenstapels 1 sichergestellt werden. Im vorliegenden Beispiel reicht bei entsprechender Kanalführung zu den Stirnseiten des Brennstoffzellenstapels 1 ein kleiner Radiallüfter oder CPU-Lüfter aus, um den Brennstoffzellenstapel 1 ausreichend sowohl mit Sauerstoff als auch mit Kühlluft zu versorgen.

Die vorbeschriebene Anordnung gewährt in der Regel eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung innerhalb des Brennstoffzellenstapels 1. Wenn die Kühlung einer solchen Anordnung nicht ausreicht oder aus anderen Gründen ein gesondertes Kühlsystem zu installieren ist, so kann dies durch entsprechende Anordnung von Kühlkanälen beispielsweise in der Bipolarplatte 7 zwischen den Querkanälen 8 und den Längskanälen 10 mit entsprechender Kanalführung über Sammelkanäle 11 erfolgen. Es versteht sich, dass in diesem Fall die Leitungsverbindung für die Sauerstoff führenden Kanäle 8 für die Brennstoff führenden Kanäle 10 gesondert vorgesehen sein muss.

Bezugszeichenliste

	1	-	Brennstoffzellenstapel
5	2	-	Brennstoffzellen
	3	-	Endplatte
	4	-	Folie
	5	-	Anode
	6	-	Kathode
10	7	-	Bipolarplatte
	8	-	Querkanal (Luft)
	9	-	Stapelachse
	10	-	Längskanal (Brennstoff)
	11	-	Sammelkanal

15

Ansprüche

1. Brennstoffzellenstapel mit mehreren, zu einem Stapel (1) angeordneten Brennstoffzellen (2) der Polymer-Elektrolyt-Membran-Bauart, bei dem zwischen benachbarten Membran-Elektroden-Einheiten (4, 5, 6) im Wesentlichen parallel zueinander angeordnete, parallel angeströmte und zu beiden Seiten offene Kanäle (8) für ein Kühlfluid vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchströmungsrichtung benachbarter Kanäle (8) derselben Brennstoffzelle (2) entgegengerichtet ist.
2. Brennstoffzellenstapel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die An- oder Abströmseiten übereinander liegender Kanäle (8) der zu einem Stapel (1) angeordneten Brennstoffzellen (2) in einem gemeinsamen, vorzugsweise parallel zur Stapelachse (9) verlaufenden Sammelkanal (11) leitungsverbunden sind.
3. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sammelkanäle (11) parallel zueinander zu beiden Seiten des Stapels (1) angeordnet sind, derart, dass vorzugsweise alle Kanäle (8) anström- oder abströmseitig in einen Sammelkanal (11) münden.
4. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kanäle ausschließlich der Kühlung dienen und mit einem Gas oder einer Flüssigkeit zum Kühlen durchströmt sind.
5. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (8) gleichzeitig

zur Sauerstoffversorgung der Brennstoffzellen (2) dienen und zur Kathode (6) der jeweiligen Membran-Elektroden-Einheit (4, 5, 6) hin offen ausgebildet sind.

- 5 6. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle zur Brennstoffversorgung der Brennstoffzellen dienen und zur Anode der jeweiligen Membran-Elektroden-Einheit hin offen ausgebildet sind.
- 10 7. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (8) eine lichte Weite von weniger als 3mm, vorzugsweise von etwa 2 mm aufweisen.
8. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlkanäle (8) eine Länge zwischen 20 und 200 mm aufweisen.
- 15 9. Brennstoffzellenstapel, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb des Stapels (1) randseitig Ausnehmungen vorgesehen sind, welche die Sammelkanäle (11) bilden.
- 20 10. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Brennstoffzellen (2) randseitig ein elastischer, eine Bipolarplatte umgebender Dichtrand vorgesehen ist und dass die Sammelkanäle (11) durch Ausnehmungen in den übereinander liegenden Dichträndern gebildet sind.
- 25 11. Brennstoffzellenstapel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Kühlmedium mit einem Über-

druck von 0,1 bis 10 mbar zugeführt oder mit einem entsprechenden Unterdruck abgeführt ist.

Fig. 1

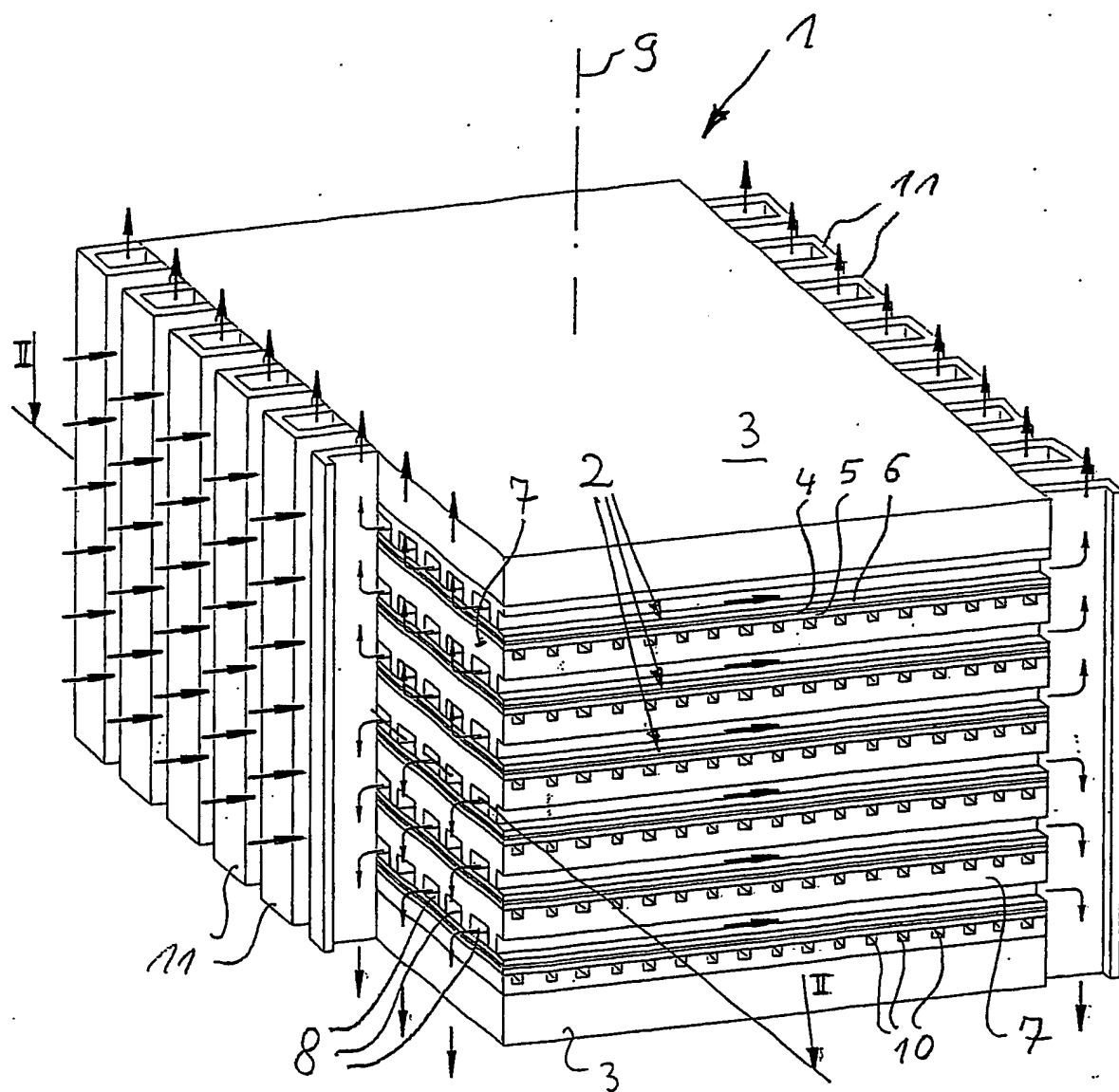
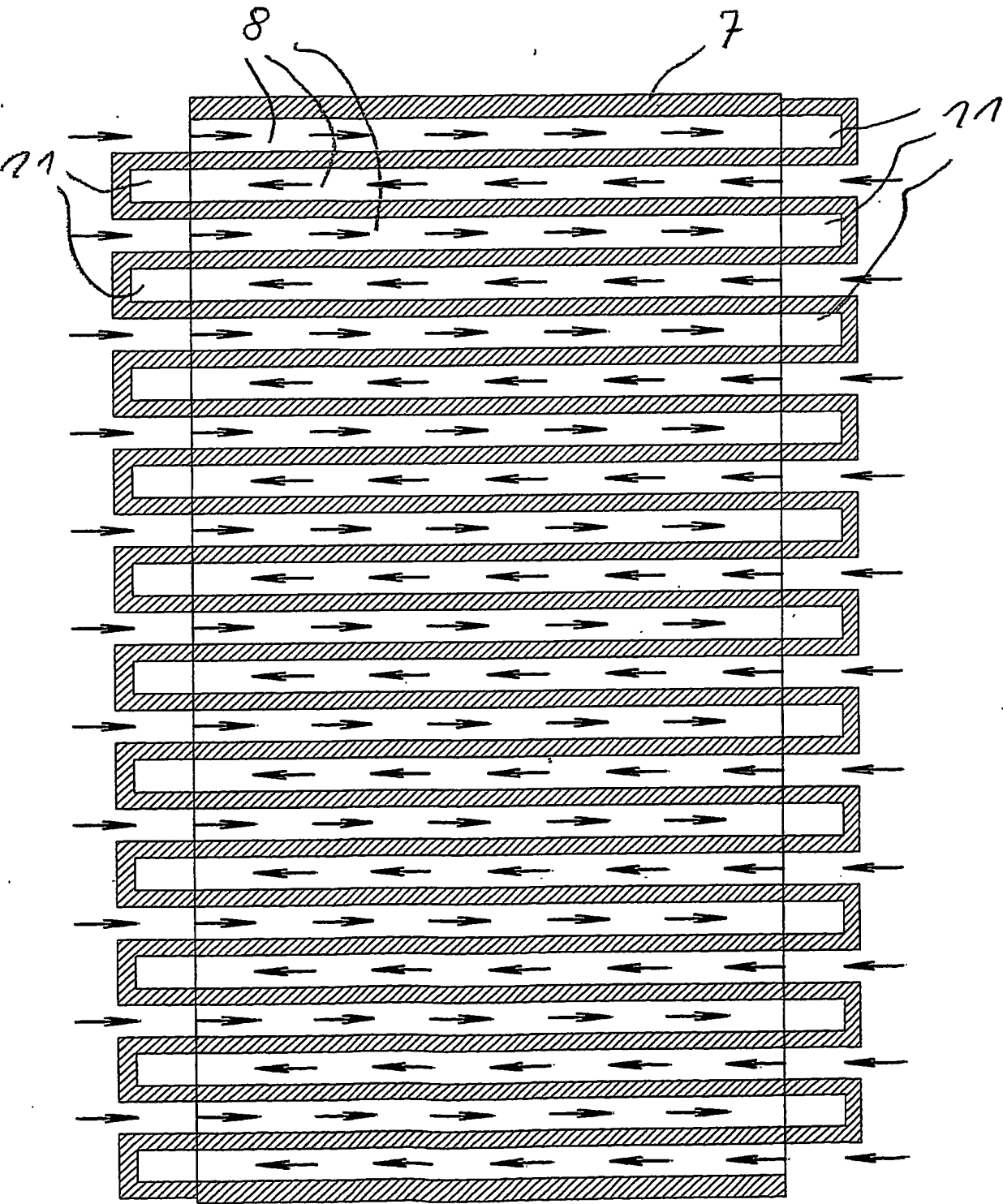


Fig. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/DE 03/021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01M8/24 H01M8/02 H01M8/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 01 302670 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 6 December 1989 (1989-12-06)	1-6, 9
Y	abstract; figure 3 ---	7, 8, 11
X	JP 60 177566 A (HITACHI SEISAKUSHO KK) 11 September 1985 (1985-09-11) abstract ---	1-3
X	JP 62 223979 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1 October 1987 (1987-10-01) abstract ---	1-3
Y	EP 0 929 112 A (ELECTROCHEM INC) 14 July 1999 (1999-07-14) column 4, line 31 - column 6, line 11 figures 2, 3 --- -/-	7, 8, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 December 2003

Date of mailing of the international search report

16/12/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jacquinet, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat

lication No

PCT/DE 03/021

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62 147664 A (HITACHI LTD) 1 July 1987 (1987-07-01) abstract ---	1,4,5
A	JP 01 063271 A (HITACHI LTD) 9 March 1989 (1989-03-09) abstract ---	1,4,5
A	EP 0 971 428 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 12 January 2000 (2000-01-12) figures 1A,2,4,6A,7,9B ---	1,9,10
A	EP 1 032 066 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30 August 2000 (2000-08-30) paragraph '0010! -----	6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent members

Internatl. application No

PCT/DE 03/021

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 01302670	A	06-12-1989	JP 2773134 B2	09-07-1998
JP 60177566	A	11-09-1985	NONE	
JP 62223979	A	01-10-1987	NONE	
EP 0929112	A	14-07-1999	US 5972530 A EP 0929112 A2	26-10-1999 14-07-1999
JP 62147664	A	01-07-1987	JP 1865074 C JP 5077153 B	26-08-1994 26-10-1993
JP 01063271	A	09-03-1989	NONE	
EP 0971428	A	12-01-2000	JP 2000030730 A CA 2265295 C EP 0971428 A2 US 6277511 B1	28-01-2000 13-05-2003 12-01-2000 21-08-2001
EP 1032066	A	30-08-2000	DE 19908099 A1 DE 59900860 D1 EP 1032066 A1 US 6521366 B1	31-08-2000 21-03-2002 30-08-2000 18-02-2003

INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Internati tzenzeichen
PCT/DE 03/02

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01M8/24 H01M8/02 H01M8/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ, EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 01 302670 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 6. Dezember 1989 (1989-12-06)	1-6,9
Y	Zusammenfassung; Abbildung 3 ---	7,8,11
X	JP 60 177566 A (HITACHI SEISAKUSHO KK) 11. September 1985 (1985-09-11) Zusammenfassung ---	1-3
X	JP 62 223979 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1. Oktober 1987 (1987-10-01) Zusammenfassung ---	1-3
Y	EP 0 929 112 A (ELECTROCHEM INC) 14. Juli 1999 (1999-07-14) Spalte 4, Zeile 31 -Spalte 6, Zeile 11 Abbildungen 2,3 --- -/--	7,8,11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Dezember 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/12/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jacquinot, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatl

ktenzeichen

PCT/DE 03/021

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 62 147664 A (HITACHI LTD) 1. Juli 1987 (1987-07-01) Zusammenfassung ---	1,4,5
A	JP 01 063271 A (HITACHI LTD) 9. März 1989 (1989-03-09) Zusammenfassung ---	1,4,5
A	EP 0 971 428 A (TOYOTA MOTOR CO LTD) 12. Januar 2000 (2000-01-12) Abbildungen 1A,2,4,6A,7,9B ---	1,9,10
A	EP 1 032 066 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 30. August 2000 (2000-08-30) Absatz '0010! -----	6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales

Patentzeichen

PCT/DE 03/0215

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 01302670 A	06-12-1989	JP 2773134 B2	09-07-1998
JP 60177566 A	11-09-1985	KEINE	
JP 62223979 A	01-10-1987	KEINE	
EP 0929112 A	14-07-1999	US 5972530 A	26-10-1999
		EP 0929112 A2	14-07-1999
JP 62147664 A	01-07-1987	JP 1865074 C	26-08-1994
		JP 5077153 B	26-10-1993
JP 01063271 A	09-03-1989	KEINE	
EP 0971428 A	12-01-2000	JP 2000030730 A	28-01-2000
		CA 2265295 C	13-05-2003
		EP 0971428 A2	12-01-2000
		US 6277511 B1	21-08-2001
EP 1032066 A	30-08-2000	DE 19908099 A1	31-08-2000
		DE 59900860 D1	21-03-2002
		EP 1032066 A1	30-08-2000
		US 6521366 B1	18-02-2003